

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

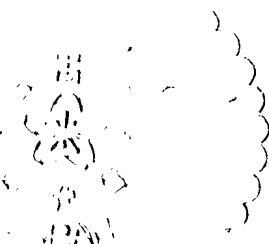
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 9 9 5 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 9 9 5 4]

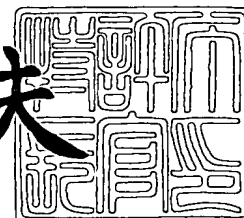
出 願 人 日 東 電 工 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):



2 0 0 4 年 2 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02534ND

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B01D 63/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社
内

【氏名】 廣川 光昭

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社
内

【氏名】 安藤 雅明

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社
内

【氏名】 地蔵 眞一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社
内

【氏名】 石原 悟

【特許出願人】

【識別番号】 000003964

【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

【氏名又は名称】 日東電工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092266
【弁理士】
【氏名又は名称】 鈴木 崇生
【電話番号】 06-6838-0505

【選任した代理人】

【識別番号】 100104422
【弁理士】
【氏名又は名称】 梶崎 弘一
【電話番号】 06-6838-0505

【選任した代理人】

【識別番号】 100105717
【弁理士】
【氏名又は名称】 尾崎 雄三
【電話番号】 06-6838-0505

【選任した代理人】

【識別番号】 100104101
【弁理士】
【氏名又は名称】 谷口 俊彦
【電話番号】 06-6838-0505

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074403
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9903185

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパイラル型分離膜エレメント

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 分離膜、供給側流路材、及び透過側流路材を、供給側流路材が分離膜の供給側に透過側流路材が透過側に介在するように、その透過側流路材と同一又は異なる透過側流路材が有孔の中空管の周囲に介在する状態で、有孔の中空管にスパイラル状に巻回してあるスパイラル型分離膜エレメントにおいて、

前記中心管の有孔部の総面積にその中心管の周囲の透過側流路材 1 枚分の開孔率を乗じて計算される有効有孔部面積が、前記中心管の内側断面積の 1.0 倍以上であることを特徴とするスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項 2】 前記中心管の周囲に介在する透過側流路材の巻き数が、実質 2 ～ 15 回である請求項 1 記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【請求項 3】 前記分離膜が、超低压逆浸透膜、限外ろ過膜、又は精密ろ過膜である請求項 1 又は 2 に記載のスパイラル型分離膜エレメント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体中に浮遊及び溶存している成分を分離するスパイラル型分離膜エレメントに関し、特に、超低压逆浸透ろ過、限外ろ過、又は精密ろ過などの低压運転による膜分離に有効なスパイラル型分離膜エレメントに関する。

【0002】

【従来の技術】

スパイラル型分離膜エレメントの構造としては、分離膜に透過側流路材又は供給側流路材を介在させた膜リーフの単数又は複数を、供給側流路材又は透過側流路材を介在させつつ、有孔の中空管にスパイラル状に巻回されたものが一般的であった。複数の膜リーフを巻回する場合、膜リーフの透過側流路材と同一又は別の透過側流路材を中空管の周囲に巻いてから膜リーフを中空管に巻回することにより、各膜リーフからの透過液が、中空管の周囲の透過側流路材を経て中空管の有孔部に流入し易くなるようにしている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

このようなスパイラル型分離膜エレメントを設計する際、円管内の流速等と内径の関係から管内流動の圧損が決まるため、まず、集水管となる中心管を流れる透過液流量に応じた中心管の内径が決定されていた。次いで、有孔の中心管の有孔部の総面積が設定されるが、有孔部の総面積は中心管の内径と孔の大きさ等を考慮して、中心管断面積の2～4倍程度が適切であるとされていた。

【0004】

しかしながら、有孔部には、透過側流路材が巻回される構造では、その流路材1枚の開孔率は20%程度と小さいため、実質的な有孔部面積は、想定していた面積よりかなり小さくなっていた。つまり、透過側流路材が1枚だけ中心管に巻かれているとしても、実質的な有孔部面積は、中心管内側断面積の1倍未満となり、これが透過側の抵抗となっていた。

【0005】

このように、中心管の実質的な有孔部面積が小さいため、有孔部の近傍での圧損が大きくなっていたが、従来のスパイラル型分離膜エレメントは、操作圧が大きかったり（差圧0.5MPa以上）、透過水量が小さかったため、上記の如き透過側流路材断面を通過する際の圧損は、さほど問題にはならなかった。

【0006】**【特許文献1】**

米国特許第5681467号明細書（第2欄、図2）。

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、近年の操作圧の低圧化及び透過水量増大により、その圧損は無視できなくなっている。特に、低圧で運転する超低圧RO膜や除濁用スパイラル型分離膜エレメントでは、当該圧損の影響が大きな問題となる。

【0008】

一方、中空管の周囲に巻付ける透過側流路材を1巻き程度にし、かつ開孔率の大きな透過側流路材を使用すれば、理論的には、有孔部の有効面積の低下をある程度小さくすることができる。しかし、現実には透過側流路材の開孔率を大きく

すると、透過側流路材を中心管に巻回する際にその形状を維持できないという問題が生じるため、開孔率の増大には限界がある。また、透過側流路材を 1 巻き程度にすると、各々の膜リーフからの透過液が中空管の周囲の透過側流路材に沿って流れる際の流路面積が小さくなって、その部分の圧損が大きくなり、これも低圧操作の場合には現実的でない。

【0009】

そこで、本発明の目的は、特に低圧操作で問題となる、中心管の有孔部の近傍における圧力損失を低減できるスパイラル型分離膜エレメントを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記目的を達成すべく、中心管の有孔部の近傍における圧力損失に対する、透過側流路材の開孔率や巻き数、有孔部の孔径などの影響について鋭意研究したところ、ある程度巻き数が多くなると巻き数による圧損への影響は無視できる一方、複数巻く場合でも 1 枚の開孔率の影響が大きく、これと有孔部の総面積との積が、中心管の内側断面積に対して一定の倍率以上になると、有孔部近傍の圧損が下限に近づくことを見出し、本発明を完成するに至った。

【0011】

即ち、本発明のスパイラル型分離膜エレメントは、分離膜、供給側流路材、及び透過側流路材を、供給側流路材が分離膜の供給側に透過側流路材が透過側に介在するように、その透過側流路材と同一又は異なる透過側流路材が有孔の中空管の周囲に介在する状態で、有孔の中空管にスパイラル状に巻回してあるスパイラル型分離膜エレメントにおいて、前記中心管の有孔部の総面積にその中心管の周囲の透過側流路材 1 枚分の開孔率を乗じて計算される有効有孔部面積が、前記中心管の内側断面積の 1.0 倍以上であることを特徴とする。

【0012】

本発明によると、有効有孔部面積が中心管断面積の 1.0 倍以上であるため、透過側流路材の巻き数が複数の場合でも、有孔部近傍の圧損が下限に近づくので、特に低圧操作で問題となる、中心管の有孔部の近傍における圧力損失を低減で

きる。

【0013】

上記において、前記中心管の周囲に介在する透過側流路材の巻き数が、実質 2 ～ 15 回であることが好ましい。これによって、各々の膜リーフからの透過液が中空管の周囲の透過側流路材に沿って流れる際の流路面積が適度に大きくなり、また、巻き数が多すぎることによる膜面積減少を抑制することができる。しかも、中心管有孔部の近傍での圧力損失を低減する本発明の効果を十分得ることができる。

【0014】

また、前記分離膜が、超低圧逆浸透膜、限外ろ過膜、又は精密ろ過膜であることが好ましい。このような分離膜は、低圧操作されるため、前述のように中心管有孔部の近傍での圧力損失が問題となるところ、上記の如き作用効果を奏する本発明が特に有効となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図 1 は、本発明のスパイラル型分離膜エレメントの一例の巻回工程を示す説明図である。

【0016】

本発明のスパイラル型分離膜エレメントは、図 1 (c) に示すように、分離膜 1、供給側流路材 2、及び透過側流路材 4 を、有孔の中空管 5 にスパイラル状に巻回した構造を有する。巻回の際には、図 1 (b) ～ (c) に示すように、供給側流路材 2 が分離膜 1 の供給側に、透過側流路材 4 が透過側に介在するように配置される。また、透過側流路材 4 と同一又は異なる透過側流路材 10 が有孔の中空管 5 の周囲に介在するように、中空管 5 には先に透過側流路材 10 が巻回される。

【0017】

図 1 に示す例では、分離膜 1 が 2 つ折りにされてその間に供給側流路材 2 を介挿したものを、透過側流路材 4 を介在させつつ、透過側流路材 10 の上に積層し、これを中空管 5 に巻回した構造を有する。また、このような一連の工程の何れ

かの段階で、透過側流路材 4 を挟み込む分離膜 1 の端辺や、分離膜 1 の最内周側の端部が封止され、分離膜 1 を隔てて供給側流路と透過側流路とが直接連通しないようにしてある。

【0018】

本発明では、図 1 に示す構造に限らず、分離膜 1 として連続した膜を使用してもよく、透過側流路材 4 の 1 つを延長することで、巻き付け用の透過側流路材 10 としてもよい。更に、各部の封止構造などについても、供給側流路と透過側流路とが直接連通しなければ何れの構造でもよい。

【0019】

連続膜を使用する場合、例えば分離膜 1 が交互に折り返されて、分離膜 1 の各折り返し面の間に交互に供給側流路材 2 と透過側流路材 4 が介挿され、透過側流路材 4 が別の透過側流路材 10 に櫛歯状に固着されたものが使用できる。

【0020】

分離膜 1 の透過側に介在する透過側流路材 4 は、分離膜 1 のスペーサーとして分離膜 1 を透過した透過液を流動させる流路を確保する機能を有する。この透過側流路材 4 としては、スパイラル型膜エレメントとして従来公知の透過側流路材が何れも使用でき、ネット、メッシュ、線材織物、繊維織物、不織布、溝付きシート、波形シートなど何れでもよい。また、その材質もポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリアミド、エポキシ、ウレタン等の樹脂の他、天然高分子、ゴム、金属など何れでもよい。但し、分離操作等の際に流路材からの溶出が問題となる場合、それを考慮して材質を選択するのが好ましい。

【0021】

透過側流路材 4 の厚みは 0.1 mm 以上 2 mm 以下であることが好ましく、透過側流路材 4 の厚み方向における空隙率は 10 % 以上 80 % 以下であることが好ましい。また、透過側流路材 4 がネット状である場合、そのピッチが 0.3 mm 以上 3 mm 以下であることが好ましい。

【0022】

中心管 5 の周囲の透過側流路材 10 は、各々の膜リーフからの透過液が中空管

5の周囲の透過側流路材10に沿って流れる際の流路を確保しつつ、透過側流路材10の開孔を介して透過液を中心管5の孔5aに流入させる機能を有する。従って、透過側流路材10としては、前記の透過側流路材4と同一又は異なるものが使用できる。

【0023】

具体的には、前記の透過側流路材4のうち、1枚の開孔率が20～50%であるものが何れも使用でき、好ましい開孔率は30～40%である。ここで、透過側流路材10の開孔率は、透過側流路材10を投影した投影面における開口面積の比率を求めた値を指す。従って、透過側流路材10の形態としては、ネット、メッシュ、線材織物などが好ましい。また、透過側流路材4を透過側流路材10に熱融着や超音波融着で固着する場合など、両者が同一の材料又は融着性のある材料となるように選択するのが好ましい。

【0024】

中心管5の周囲に介在する透過側流路材10の巻き数は、実質2～15回が好ましく、3～10回がより好ましい。2回未満では、各々の膜リーフからの透過液が中空管5の周囲の透過側流路材10に沿って流れる際の流路抵抗が大き過ぎる傾向がある。

【0025】

有孔の中空管5の材質としては、例えば金属、繊維強化プラスチック、プラスチックまたはセラミックスなどが挙げられる。中空管5の外径と長さは、スパイラル型膜エレメントのサイズに応じて適宜決定される。例えば外径10～100mm、長さ500～2000mmであり、好ましくは外径12～50mm、長さ900～1200mmである。

【0026】

本発明では、中心管5の有孔部の総面積にその中心管5の周囲の透過側流路材10の1枚分の開孔率を乗じて計算される有効有孔部面積が、中心管5の内側断面積の1.0倍以上とする。中心管有孔部の近傍での圧力損失をより確実に低減する観点から、好ましくは有効有孔部面積が中心管5の内側断面積の2.0～5.0倍の場合である。逆洗浄を行う用途では、通常のろ過流量の1.5～2.0

倍の水量となるため、特に 2.0 倍以上が好ましい。

【0027】

従って、中空管 5 の孔の大きさ、個数などは、透過側流路材 10 の開孔率や内側断面積との関係から、上記条件を満たすように決定される。なお、中空管 5 の孔の配置や形状は、従来と同様のものがいずれも採用できる。

【0028】

供給側流路材 2 としては、スパイラル型膜エレメントとして従来公知の供給側流路材が何れも使用でき、ネット、メッシュ、線材織物、繊維織物、不織布、溝付きシート、波形シートなど何れでもよい。また、その材質もポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリアミド等の樹脂の他、天然高分子、ゴム、金属など何れでもよい。

【0029】

分離膜 1 としては、一般に低圧で操作される、超低圧逆浸透膜、限外ろ過膜、又は精密ろ過膜が好ましい。本発明は、操作圧力が 0.5 MPa 未満となる用途において特に有効であり、例えば除濁用のスパイラル型分離膜エレメントには、限外ろ過膜、精密ろ過膜が好適に使用できる。

【0030】

【実施例】

以下、本発明の構成と効果を具体的に示す実施例等について説明する。

【0031】

試験例 1

まず、中心管の周囲に巻回する透過側流路材の巻き数と、それによる圧力損失（中心管自体の圧損を含む）の変化を調べた。有孔の中心管の仕様は、外径 22 mm、内径 16 mm、孔径 2, 4, 6 mm、孔数 40 個であり、開孔率が 20% の流路材厚みが 0.29 mm のポリエステル製ネットを 0～12 周巻き、スパイラル型分離膜エレメントに使われるベッセルに中心管をセットして、透過水流量 $1 \text{ m}^3 / \text{h}$ でベッセルの中心管出口と入口管との圧力差（圧力損失）を測定した。その結果を図 2 に示した。

【0032】

図 2 に示す結果より、透過側流路材を 2 回以上巻回した場合には、巻き数によって圧力損失の変化がほとんど無いことが判明した。

【0033】

試験例 2

有効有孔部面積／中心管内側断面積の比と、それによる圧力損失（中心管自体の圧損を含む）の変化を調べた。有孔の中心管の仕様は、外径 22 mm，内径 16 mm，孔径 2，4，6 mm，孔数 40 個であり、開孔率が 20 % の流路材厚みが 0.29 mm のポリエステル製ネットを 12 周巻き、スパイラル型分離膜エレメントに使われるベッセルに中心管をセットして、透過水流量 $1 \text{ m}^3 / \text{h}$ でベッセルの中心管出口と入口管との圧力差（圧力損失）を測定した。その結果を図 3 に示した。

【0034】

図 3 に示す結果より、有効有孔部面積／中心管内側断面積の比が 1.0 以上の場合には、圧力損失の変化がほとんど無く、有孔部近傍の圧損が下限に近づくことが判明した。

【0035】

実施例 1

有孔の中心管の仕様は、外径 22 mm，内径 16 mm，孔径 6 mm，孔数 40 個、開孔率が 20 % の流路材厚みが 0.29 mm のポリエステル製ネットを 8 周巻き（有効有孔部面積が中心管内側断面積の 1.1 倍）、スパイラル型分離膜エレメントに使われるベッセルに中心管をセットして、透過水流量を変化させて、ベッセルの中心管出口と入口管との圧力差（圧力損失）を測定した。その結果を図 4 に示した。

【0036】

比較例 1

有孔の中心管の仕様は、外径 22 mm，内径 16 mm，孔径 4 mm，孔数 40 個、開孔率が 20 % の流路材厚みが 0.29 mm のポリエステル製ネットを 8 周巻き（有効有孔部面積が中心管内側断面積の 0.5 倍）、スパイラル型分離膜エレメントに使われるベッセルに中心管をセットして、透過水流量を変化させて、

ベッセルの中心管出口と入口管との圧力差（圧力損失）を測定した。その結果を図 4 に示した。

【 0 0 3 7 】

実施例 1 と比較例 1 との対比より、本発明によると、特に低圧操作で問題となる、中心管の有孔部の近傍における圧力損失を低減できることが分かった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のスパイラル型分離膜エレメントの一例の巻回工程を示す説明図

【図 2】

試験例 1 における透過側流路材の巻き数と圧力損失との関係を示すグラフ

【図 3】

試験例 2 における有効有孔部面積／中心管内側断面積の比と圧力損失との関係を示すグラフ

【図 4】

実施例 1 と比較例 1 とにおける圧力損失の違いを示すグラフ

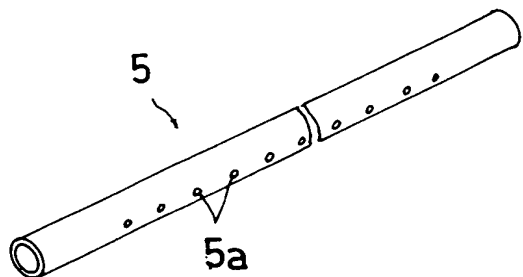
【符号の説明】

- | | |
|-----|--------|
| 1 | 膜 |
| 2 | 供給側流路材 |
| 4 | 透過側流路材 |
| 5 | 中空管 |
| 1 0 | 透過側流路材 |

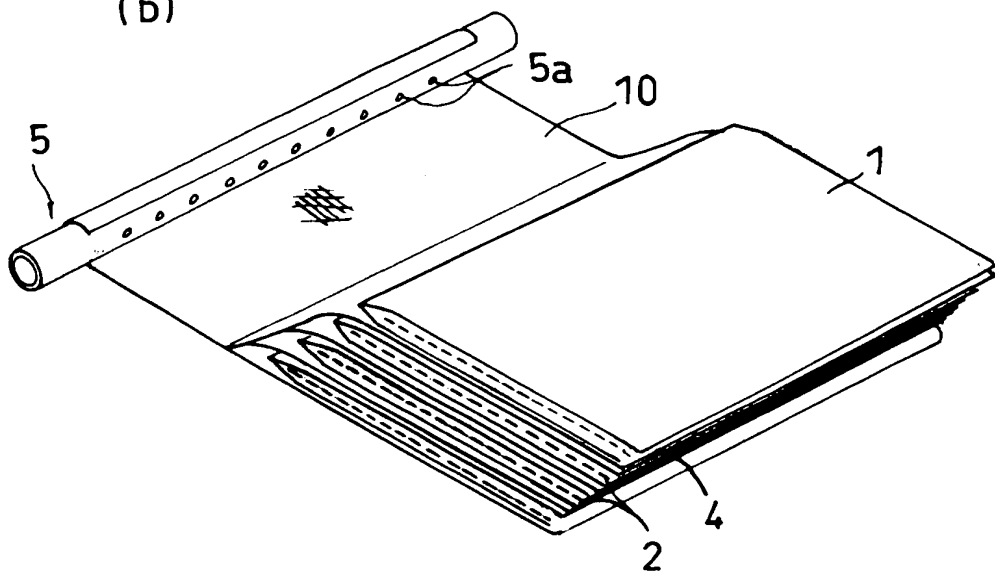
【書類名】 図面

【図 1】

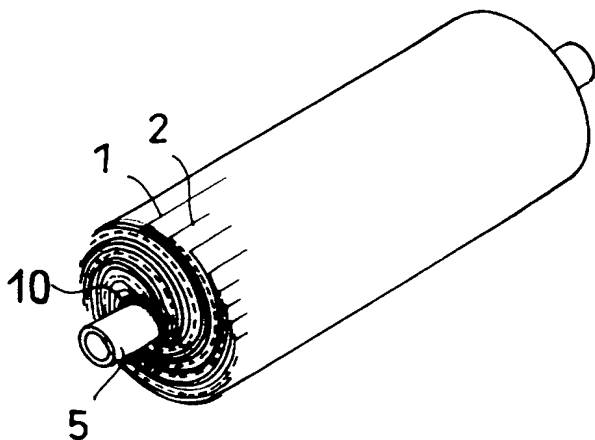
(a)



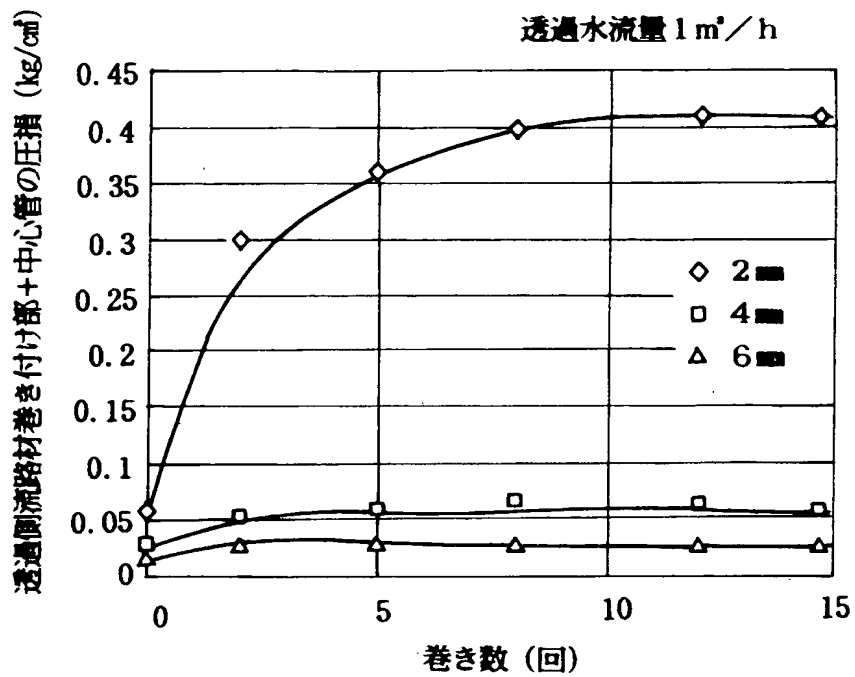
(b)



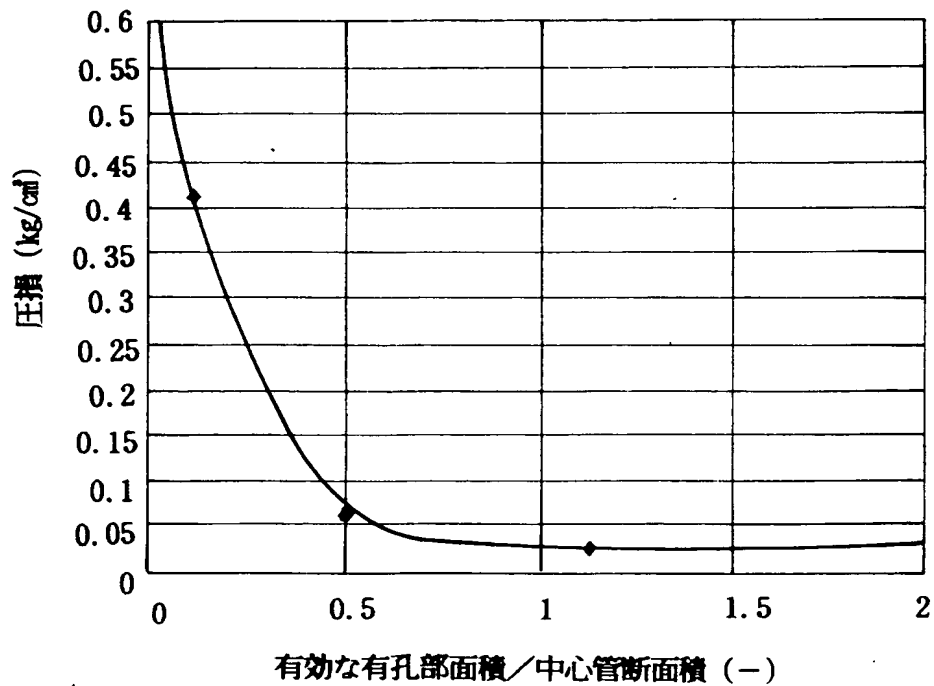
(c)



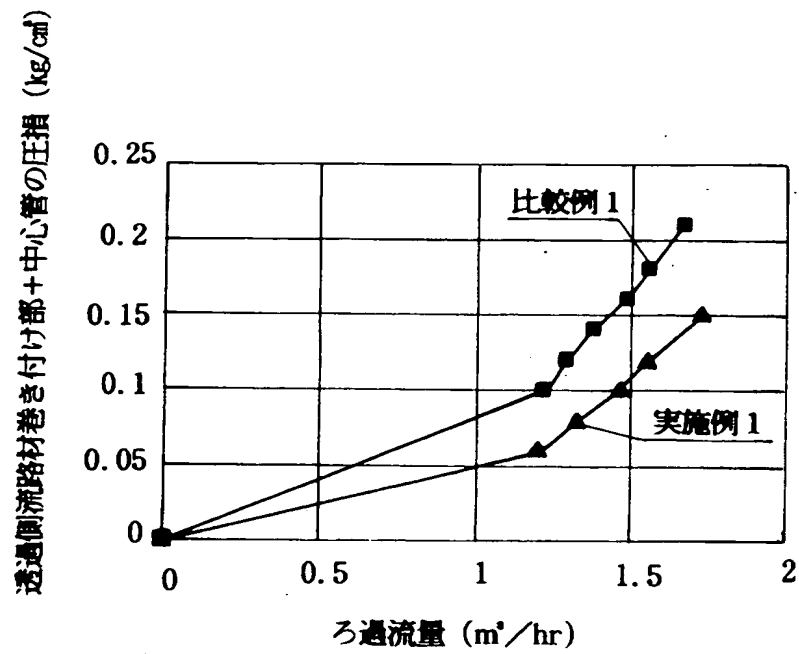
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特に低圧操作で問題となる、中心管の有孔部の近傍における圧力損失を低減できるスパイラル型分離膜エレメントを提供する。

【解決手段】 分離膜 1、供給側流路材 2、及び透過側流路材 4 を、供給側流路材 2 が分離膜 1 の供給側に透過側流路材 4 が透過側に介在するように、その透過側流路材 4 と同一又は異なる透過側流路材 10 が有孔の中空管 5 の周囲に介在する状態で、有孔の中空管 5 にスパイラル状に巻回してあるスパイラル型分離膜エレメントにおいて、前記中心管 5 の有孔部の総面積にその中心管 5 の周囲の透過側流路材 1 枚分の開孔率を乗じて計算される有効有孔部面積が、前記中心管 5 の内側断面積の 1.0 倍以上であることを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 9 9 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 6 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

氏 名

日東電工株式会社